©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Limnologische Studien an Hochgebirgs-Kleingewässern im Arlberggebiet I

Von Friederike Wawrik, Scheibbs, N.-Ö.

(Aus der Biologischen Station Lunz a. S.)

Mit 5 Textabbildungen und 2 Tafeln

Vollendet mit einer Subvention der Österreichischen Akademie der Wissenschaften aus den Stiftungszuschüssen

(Vorgelegt in der Sitzung am 24. Februar 1954)

Im Gebiet der Paßhöhe des Arlberges, hart an der Donau-Rhein-Wasserscheide, in einer Seehöhe zwischen 1860 und 2240 m, liegen mehrere hochalpine Kleingewässer, deren Untersuchung im Sommer 1952 in Angriff genommen wurde.

I. Die geologisch-hydrographischen Verhältnisse.

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich am Südrand der Lechtaler Alpen, die hier überall mit dem mächtigen Gebirgsmassiv der Ferwallgruppe unmittelbar Kontakt gewinnen. Schräg schneidet die Paßfurche steilgestellte Phyllitgneise, Glimmerschiefer und Muskovitgranitgneise. Die würmeiszeitlichen Schnee- und Eismassen haben dieses Gebiet mutmaßlich 500—550 m hoch bedeckt. Überall an der Ostseite der Paßfurche sind die Urgesteinshänge weithin mit Eisschliffen versehen. Etwa 1 km südöstlich von St. Christof liegt in den Arlberggneisen der Maiensee (1860 m), der von einem Steilabfall dieser urzeitlichen Gesteinsmassen flankiert wird. Er entwässert zur Rosanna und gehört somit zum Einzugsgebiet der Donau. Kaum 1 km nördlich der Paßstraße zieht die Grenzlinie der Ur- und Kalkalpen. Sie wird hier von weichen Trias-Schichten — Phylliten, Buntsandsteinen, Rauhwacken — begleitet, in denen sich als sekundäre Einsenkung am Fuße des Galzig in etwa 2070 m Seehöhe der Arlensattel entwickelt hat. Hier liegen in zeitweise sumpfigem Gelände mehrere kleine und zwei grö-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ßere Almtümpel, die in der angeschlossenen Kartenskizze verzeichnet sind. In nördlicher Richtung steigt es zur Ulmer Hütte steil an. Diese ist auf einem Moränenwall der „Schlußvereisung"[1] gelegen, der einer Queraufwölbung von stark gewalztem Verrucano aufgelagert ist. Verrucano sind klastische Gesteine, die alle Übergänge von serezitreichen Schiefern bis zu Quarziten enthalten können. Das Gebiet heißt „Keßel", und an seinem Südrand liegen zwischen Hangschuttkegeln wieder zwei Tümpelgewässer (2140 m). Eine minimale Entwässerung erfolgt zur Anger und damit zum Rhein. Vom „Keßel" nach Süden fliegt der Blick zu den Hochgipfeln und Graten der Ferwallgruppe und hinunter zur Arlbergfurche, die zweistufig angelegt ist. Die tiefere Furche mit der Paßhöhe bei 1802 m benutzt die Bundesstraße. Südlich von ihr, und 200 m höher, liegt die Albonafurche, unter welcher der Arlbergtunnel verläuft. Hier erreichen die Schiefergesteine der Maroi-Alpe im Wirt (2340 m) und Peischelkopf (2414 m) ihre höchsten Erhebungen. An der Flanke eines Blockmoränenwalles der Schlußvereisung, am Fuße des Wirt, liegen drei vordere Albonaseen (1970). Sie entwässern zur Rosanna. 1 km weiter westlich in Phylittgneisen und Glimmerschiefern, die von Moränenschottern überdeckt sind, liegen sechs hintere Albonaseen (2000 m) am Fuße des Peischelkopfes. Die Landschaft ist eindeutig von der Schlußvereisung geprägt. Noch weiter südwestlich, im Maroikar, finden sich drei Karseen (2240 m), die zur Anger entwässern.

II. Das Klima.

Der Arlberg ist nicht nur eine mächtige Wasserscheide zwischen den Flußgebieten des Rheins und der Donau, sondern auch eine Wetterscheide. Vom Bodensee, und weiter her vom Atlantik, kommen feuchte Westwinde und stoßen hier an die 2600—2800 m hohen Alpengipfel. Es kommt daher im Gebiet zu zahlreichen und ausgiebigen Niederschlägen. Langen am Arlberg, 1219 m ü. d. M., westlich der Paßhöhe gelegen, hat naturgemäß mit 1833 mm eine weitaus höhere durchschnittliche Jahresregenmenge als St. Anton a. Arlberg, 1304 m ü. d. M., östlich der Paßhöhe, mit 1088 mm (beide Werte aus einem 40jährigen Mittel errechnet). Die niederschlagsreichsten Monate sind Juli und August mit 222 mm und 210 mm für Langen und je 145 mm für St. Anton. Die geringste Niederschlagstätigkeit verzeichnet Langen mit 101 mm im Dezember und St. Anton mit 70 mm im Februar.

[1] „Schlußvereisung" ist ein von O. Ampferer geprägter Ausdruck für die allerletzte Phase der Würmvergletscherung.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 1. Karte der Lechtaler Alpen: Arlberggebiet.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus einem 50jährigen Jahresmittel ergibt sich für Langen ein Durchschnitt von 6,4° C, für St. Anton ein solcher von 6,7° C. Das durchschnittliche Monatsmaximum erreicht Langen im Juli mit 13,9° C, das Minimum mit —5,0° C im Jänner. Für St. Anton gelten für dieselben Monate die mittleren Werte von 14,0° C und —4,8° C[2].

Die Paßhöhe bei 1800 m ü. d. M. hat leider keine Beobachtungsstation. Doch geht im Volksmund folgendes Sprüchlein: „St. Christof ist ein Wetterloch, da schneiet es im Juni noch!" Nicht zuletzt haben ja die Klimaverhältnisse den Weltruf der Arlbergschule mitbegründet. Die Gewässer des Gebietes liegen durchschnittlich 8 Monate unter Eis und Schnee in völliger Dunkelheit. Auch während der Vegetationsperiode sind die Lichtverhältnisse durch Nebel- und Wolkenbildung beeinträchtigt. Bei heiterem Himmel aber erstrahlt diese Bergwelt in wundersamer Schönheit. Die Klarheit der nahezu staubfreien Luft bedingt eine Helligkeit, die bis zu 50% größer ist als in der Niederung. Die Ultraviolettstrahlung wird stärker wirksam. Allerdings prägen die Gewässer durch ihre spezifischen Strahlungs- und Absorbtionsverhältnisse in jedem Einzelfall ein spezifisches Lichtklima.

Das Wärmeklima gestalten die Braunwässer durch ihre erhöhte Fähigkeit, Strahlungsenergie zu absorbieren, besonders günstig: gibt es doch im Maiensee und Albona-Moorsee Bademöglichkeit bei Wassertemperaturen über 20° C in einer Seehöhe bei rund 1900 m!

III. Die hochalpinen Kleingewässer.

A. Der Maiensee.

Er wird in einer Seehöhe von 1860 m alljährlich im Mai eisfrei, worauf sein Name Bezug nimmt. Vergleichsweise beobachtet man am Lunzer Obersee in einer Seehöhe von 1117 m ebenfalls im Mai, meist in der ersten Woche des Monates, Eisbruch! Die Einheimischen bezeichnen den See als Grundwasseransammlung. Nach Niederschlägen fließt jedoch von den Hängen mooriges Sickerwasser zu. Das Areal beträgt 80 × 35 m. Die größte Tiefe dürfte zwischen 3—4 m liegen. In 2,75 m verschwindet die Sichtscheibe. Über der hellen Scheibe erscheint die Farbe des Wassers gelb. Der Grund ist braun-dyartig, der Ufersaum teilweise von *Carex* bestanden, teilweise felsig; auch sumpfige Stellen finden sich besonders am Nordufer. Keine Litoralflora. Kein Fischbestand.

[2] Die Temperatur- und Niederschlagsbeobachtungen stellte die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Hohe Warte, in dankenswerter Weise zur Verfügung.

Der Maiensee wurde im August 1936 von Pesta (1937) mit folgendem Ergebnis untersucht: 20. VIII. 16 Uhr: Luft 13,0°, Nebelreißen; Wasseroberfläche 14,0°—14,3° C; SBV 0,6; SBV = Säurebindungsvermögen oder Alkalinität. Es wurden 50-ccm-Proben mit n/10 HCl gegen Methylorange als Indikator titriert. p_H 6; Deutsche Härtegrade (D. H.) 1,68°. Pflanzliche Besiedlung: *Desmidiaceen* (*Closterium moniliferum, C. Kuetzingi*); *Diatomeen; Nostoc; Süßwasserfloridee Batrachospermum moniliforme.* Tiere: *Odonaten-* und *Chironomidenlarven;* vereinzelte *Oligochäten; Herterocope saliens, Cyclops serrulatus typicus, Simocephalus vetulus, Streblocerus serricaudatus, Alona affinis, Alonella excisa, Chydorus sphaericus.*

Sommerbeobachtung 1952:

5. VIII. 1952, 10^h: Bei geringfügiger Bewölkung und Windstille Luft 16,6° C, Wasseroberfläche 16,9° C; p_H 6,5; SBV 0,12; D. H. 0,34°.

14. VIII. 1952, 11^h: Heiteres Sommerwetter, Luft 22,2° C, Wasseroberfläche 19,9° C.

17. VIII. 1952, 10^h: Nach zwei Regentagen bei geschlossener Wolkendecke Luft 10° C, Wasseroberfläche 13,2° C.

Pflanzliche Besiedlung: *Bulbochaete* sp. in Massenvegetation charakterisiert die Sommerschöpfprobe. Vereinzelt finden sich *Tetraedron minimum, Scenedesmus quadricauda, Closterium gracile, Staurastrum* sp., *Cosmarium viride.* Mitte August kommen *Gleococcus* und *Oocystis* auf. Über Grund finden sich die Kieselalgen *Tabellaria flocculosa* und *Eunotia lunaris;* aus dem Schlamm stammt die *Schwefelbakterie Achromatium oxaliferum* in vereinzelten Exemplaren.

Tiere: Zahlreich *Heterocope saliens,* beide Geschlechter und alle Entwicklungsstadien. *Cyclops serrulatus typicus; Chydorus sphaericus;* vereinzelt *Daphnia longispina typica* Wagler.

Frühlingsbeobachtungen 1953:

9. VII. 1953, 10^h: Der Beobachtung waren mehrere Wochen Schlechtwetter vorausgegangen. Der See ist seit dem 20. Mai eisfrei. Nach zwei sommerlich warmen Tagen betrug die Lufttemperatur 10,9° C, die Wasseroberfläche zeigte aber schon 16,2° C (Braunwasser speichert rasch die Wärme!).

11. VII. 1953, 17^h: Seit 15 Stunden strömt Regen; Luft 6,2° C, Wasseroberfläche 11,6° C.

Besiedlung: Pflanzen: sehr spärliches Vorkommen von *Tabellaria flocculosa, Eunotia lunaris.*

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tiere: Im Netzfang *Heterocope saliens* zahlreich.

Die Ufer des Sees säumt eine reiche Frühlingsflora: *Rhododendron ferrugineum, Soldanella pusilla, Gentiana Kochiana, Viola alpestris.*

Herbstbeobachtung 1953:

6. IX. 1953, 10^h: Seit zehn Tagen herrscht spätsommerliche Schönwetterlage. Luft 13,1° C, Wasseroberfläche 14,6° C, über Grund 14,5° C; SBV 0,4; p_H 6,8; D. H. 1,13°; Leitfähigkeit $K_{18}10^4$; 0,15; NO_3 und NO_2 in Spurenmengen >0,2 mg/l; über Grund 1,25 mg/l Ammonium. SiO_2 2,5 mg/l.

Besiedlung: Pflanzen — als Vertreter einer ausklingenden Sommervegetation: einige *Anabaenatrichome; Botryococcus Braunii, Cosmarium viride, Staurastrum* sp., *Closterium gracile, Quadrigula Pfitzeri;* vereinzelt *Glenodinium quadridens* und *Oocystis lacustris.* In der Grundprobe außer *Achromatium oxaliferum* zahlreiche Diatomeenschalen, die auf eine reiche Sommervegetation schließen lassen: *Stauroneis ancens, Pinnularia gibba, Eunotia lunaris, Melosira* sp., *Tabellaria flocculosa, Cymbella hybrida, C. gracilis, Caloneis latiuscula.* Den Aspekt beherrschen zwei Organismen: ein nicht näher bestimmbarer farbloser Flagellat mit 1550 Zellen/ccm und eine Kugelbakterie mit 2000 Zellen/ccm.

Tiere: *Heterocope saliens* häufig, ebenso *Daphnia longispina typica,* aber merkwürdigerweise keine Ephippialweibchen. *Chydorus sphaericus;* ein *Tardigrade;* mehrere *Nematoden* (*Dorylaimus stagnalis*).

B. Die Keßel-Almtümpel.

Beide Gewässer liegen im Grenzgebiet Tirol-Vorarlberg und stellen in der Hauptsache Schmelzwasseransammlungen dar. Sie führen Klarwasser über sandig-lehmigen Grund. Die Ufer sind dicht mit Eriopherum Scheuchzeri, einer typischen hochalpinen Verlandungspflanze, bestanden. Beide Tümpel, die nur etwa 30 m voneinander entfernt liegen, werden vom Almvieh als Tränke benutzt. Es handelt sich um temporäre Gewässer, die wohl nicht austrocknen, aber im Winter durchfrieren.

Tümpel 1, Sommerbeobachtung 1952:

Areal geschätzt 35 × 20 m; maximale Tiefe 1,5 m. Ein kleiner Zufluß vom Felsenhang, ein geringfügiger Abfluß sind vorhanden.

12. VIII. 1952, 11^h: Heiteres Sommerwetter, Luft 20,2° C; Wasseroberfläche 19,1° C; SBV 0,38; D. H. 1,0°; p_H 8,5; Sichttiefe bis auf den Grund, der stellenweise mit Spirogyrawatten bedeckt ist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

A: Maiensee, 1860 m, gegen die Lechtaler Alpen. Herbst 1953. Aufnahme: Die Verfasserin.

B: Keßel-Almtümpel 1, 2140 m, Eisbruch am 12. 7. 1953. Blick gegen die Ferwallgruppe. Aufnahme: Die Verfasserin.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Besiedlung: An Pflanzen finden sich im Zentrifugematerial nur einige *Cosmarien* und *Trachelomonaden*. Viel organischer und anorganischer Detritus.

Tiere: *Vorticella* sp., häufig; *Keratella quadrata, forma regalis* Imhof, sehr häufig. Massenbesiedlung von *Daphnia longispina typica* Wagler; zahlreiche Weibchen mit Subitaneiern. *Diaptomus denticornis* Wierzejski vielfach in copula und auffallend rot gefärbt. Überraschend ist die große Dichte der Zooplankter gegenüber dem spärlichen Phytoplankton. Es handelt sich dabei offenbar um eine Sukzession (Ruttner 1952): die Konsumenten haben die Wasserräume leergefressen.

Frühlingsbeobachtung 1953:

12. VII. 1953, 13^h: Teilweise bedeckt, windstill. Luft 6,2° C. Indes rings die Alpenwiesen grünen und zahllose Blüten von *Ranunculus, Viola, Soldanella* und *Gentiana* tragen, ist der Weiher noch zu neun Zehnteln eis- und schneebedeckt. Das offene Wasser zeigt 1,0° C. Am Rande des Beckens hat das Schmelzwasser rotbraune Flocken zusammengeschwemmt. Teilweise ist auch der Schnee davon bedeckt: eine Massenvegetation von Eisenmikroben! Dazwischen Eisenoxyd speichernde Fäden von *Lepthothrix* und nicht selten *Scotiella nivalis*. Vereinzelt auch *Trentonia* und *Goniostomum*.

Tümpel 2, Sommerbeobachtung 1952:

Areal geschätzt: 15 × 20 m; maximale Tiefe 1 m; kein oberirdischer Zu- oder Abfluß.

12. VIII. 1953, 13^h: Heiter; Luft 20,4° C, Wasseroberfläche 19,0° C; p_H 8,5; SBV 0,32; D. H. 0,9°.

Besiedlung: Im Sediment aus 50 ccm vereinzelt Navicula und einige Spirogyrafäden, viel organischer und anorganischer Detritus. Im Zentrifugenplankton das gleiche Ergebnis.

Tiere: *Vorticella* sp., *Keratella quadrata, forma regalis*. Sie ist von Imhof aus dem Königsee 1885 beschrieben worden. Die beigefügte Umrißzeichnung wurde auf dem Reichert Me F Universal-Kameramikroskop angefertigt.

Daphnia longispina typica in geringer Zahl; vereinzelt auch *Diaptomus denticornis,* Weibchen mit Eiballen mit 10—12 Embryonen. Einige Exemplare *Triturus alpestris,* zwei prächtig gefärbte Männchen.

Frühlingsbeobachtung 1953:

12. VII. 1953: Der Tümpel ist noch völlig vereist. Am Ufersaum Fe-Mikroben.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

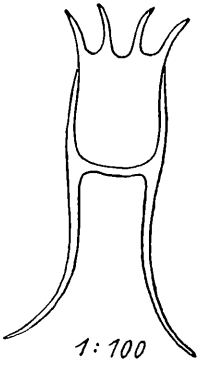

Abb. 2. *Keratella quadrata, forma regalis* Imhof.

Herbstbeobachtung 1953:

7. IX. 1953, 11^h: Schönwetterlage, Luft 16,8° C, Wasseroberfläche 15,7° C; p_H 8,7; SBV 0,5; D. H. 1,4°. Leitfähigkeit $K_{18}10^4$ 0,47; SiO_2 2,6 mg/l. Der Tümpel ist nur 50 cm tief.

Pflanzen: Vereinzelt *Aphanothece saxiola* und *Aphanothece* sp., *Cryptomonas erosa, Scenedesmus costatus; Mougeotia* sp. und *Bulbochaete* sp. An Diatomeen nur vereinzelt *Cymbella cymbiformis.*

Tiere: Sehr zahlreich *Keratella quadrata forma regalis,* viele eitragende Weibchen. Die Länge der Kaudaldornen beträgt zu allen Beobachtungszeiten 110—185 μ. Ein Formenwechsel konnte nicht festgestellt werden. Demgegenüber wurde in einem Voralpen-Kleingewässer, in der Seebachlacke bei Kienberg-Gaming, N.-Ö., eine Schwankung der Kaudaldornlänge bei der Art zwischen 34 und 145 μ beobachtet. *Diaptomus denticornis* nur vereinzelt, Weibchen mit Eiballen, 10—12 Embryonen. Sehr zahlreich fand sich *Daphnia longispina typica,* Embryonen und Ephippialweibchen. Bei allen Untersuchungen fielen die sehr großen Augen der *Daph-*

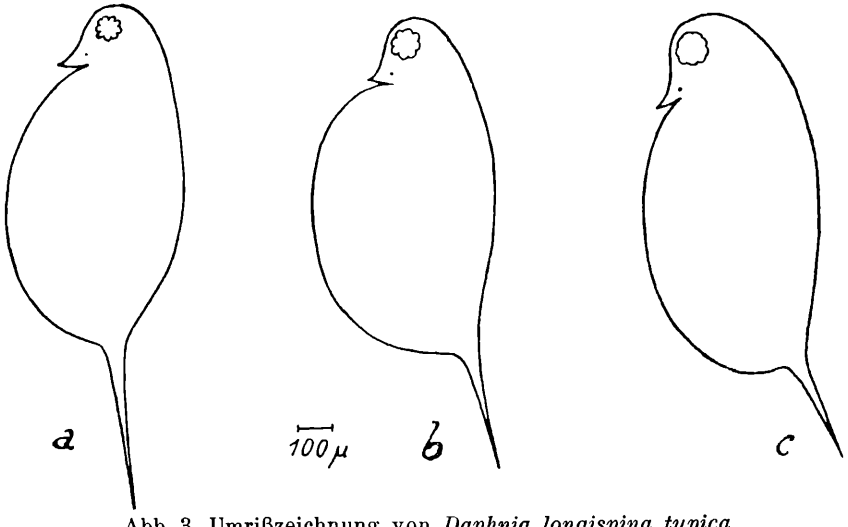

Abb. 3. Umrißzeichnung von *Daphnia longispina typica*
a aus dem Lunzer Untersee, 660 m ü. d. M.; b aus dem Lunzer Obersee, 1117 m ü. d. M.; c aus dem Keßl-Almtümpel, 2140 m ü. d. M.

nien auf. Vergleichende Messungen an derselben Art des Lunzer Unter- und Obersees ergaben ein überraschendes Resultat: Bei *Daphnia longispina typica* Wagler wachsen mit zunehmender Seehöhe nicht nur der Augendurchmesser, sondern auch der Stirn- und Spinawinkel stetig, während die Spina selbst eine geringe Reduktion erfährt! Als vorläufige Mitteilung sei eine Umrißzeichnung (Reichert Me F Kameramikroskop) beigegeben. Eine ausführliche Behandlung des Problems muß einer nachfolgenden Studie vorbehalten bleiben.

Vergleichsweise kann ausgesagt werden, daß die beiden benachbarten Keßel-Almtümpel unter ziemlich gleichen ökologischen Verhältnissen auch eine sehr ähnliche floristische und faunistische Besiedlung aufweisen.

C. Die vorderen Albonaseen.

1. Der Albona-Kleinsee.

Er ist der größte der drei am Fuße des Wirt gelegenen vorderen Albonaseen. Pesta (1937) hat ihn 1936 untersucht und als zuflußloses Klargewässer von 40 × 30 m Areal beschrieben, das durch einen breiten Abfluß mit zwei weiter östlich gelegenen Seichtgewässern in Verbindung steht. Diese Verhältnisse haben sich seither wesentlich geändert. Das Areal beträgt nunmehr 100 × 30 m, und der Wasserhaushalt wird von mehreren Zuflüssen bestritten. Ein Bach, der vom Albonasattel herunterkommt, teilweise im Moränenschutt versickert und wahrscheinlich die Entwässerung des südlichst gelegenen der hinteren Albonaseen besorgt, zieht im weiten Bogen durch das sonnige Almwiesengelände und mündet am Westufer in den See. Er durchströmt ihn mäßig und entwässert durch zwei etwas tiefer gelegene Wasserbecken in östlicher Richtung zur Rosanna. Außerdem befindet sich etwa 15 m über dem südlichen Seeufer, im Nordhang des Wirt, ein Quellhorizont, dem mehrere Wasseradern[3] entströmen. Sie kommen mit kräftigem Gefälle die Böschung herab und münden in das konkave Ufer des Sees, der als Bachsee angesprochen werden muß. Längs dem vegetationslosen Südufer verläuft in einer langgestreckten Furche die größte Tiefe des Gewässers, die bei 4 m liegen dürfte. Hangschotter und Urgesteinsblöcke bilden den Seegrund. Wesentlich anders sieht das Nordufer aus. Es ist im westlichen Teil vom Almboden begrenzt und etwa 0,7 m tief. Der östliche Teil wird von

[3] Die Fassung dieser Quellen ist geplant. Sie sollen für die Wasserversorgung des Dorfes St. Christof genutzt werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einer Blockmoräne flankiert. Das konvexe Ufer ist teilweise sandig-schlammig, sehr viele Glimmerblättchen fallen auf (Pesta beobachtete *Trichopteren*gehäuse aus Glimmerschüppchen!). Gegen den Ausrinn ist der Grund schlammig und weithin von *Equisetum palustre* bestanden. Rinder, die bis an den Bauch in Schlamm und Wasser stehen, weiden es ab. Die Wassertiefe ist hier gering, zwischen 20—30 cm.

Pesta beobachtete am 21. VIII. 1936, 10^h, eine Lufttemperatur von 18,0° C und in der Wasseroberfläche 7,2° C; SBV 0,5; p_H 6,5—7; D. H. 1,4°.

Fauna: *Trichopteren-* und *Chironomidenlarven; Schwimmkäfer, Chydorus sphaericus, Cyclops serrulatus.*

Es liegen nun vier weitere Beobachtungen vor:

6. VIII. 1952, 14^h: Bei Schönwetterlage Luft 19,0° C, Wasseroberfläche in der Litoralzone 10,1° C; p_H 7,0; SBV 0,13; D. H. 0,36°.

14. VIII. 1952, 14^h: Bei heiterem Himmel betrug die Oberflächentemperatur an derselben Stelle 16,5° C und zwei Tage später 15,8° C. Diese erstaunlich hohen Temperaturen für einen Hochgebirgs-Bachsee hängen möglicherweise — eine Untersuchung der Verhältnisse fand aus Zeitmangel nicht statt — von zwei Komponenten ab: 1. Das Bachgerinne wird auf seinem Weg durch den Almboden vorgewärmt. 2. Auch die Quellen vom Wirt, die über dunkles Schiefergestein rieseln, das die Sonnenwärme speichert, dürften bei Schönwetter bereits vorgewärmt in den See fließen.

11. VII. 1953, 13^h: Nach einer andauernden Schlechtwetterperiode — in der Umgebung des Sees finden sich noch Schneereste — zeigt die Luft 6,1° C, die Wasseroberfläche 6,0° C.

6. IX. 1953, 14^h: Nach anhaltender Schönwetterlage Luft 17,2° C, Wasseroberfläche 12,3° C; SBV 0,2; D. H. 0,6°; p_H 7,5; Leitfähigkeit 0,34; SiO_2 4,3 mg/l.

Die Besiedlung des durchströmten Gewässers ist entsprechend arm. Der Netzfang blieb leer. Im Zentrifugenplankton nur vereinzelte *Diatomeen* (*Meridion circulare*), obschon das Gewässer die höchste der bisher im Arlberggebiet beobachteten SiO_2-Konzentrationen aufweist, nämlich 4,3 mg/l. Die Probenentnahme erfolgte vom Ufer etwa 1 m entfernt, 80 cm über Grund.

2. *Albona-Moorsee*[4].

Das Gewässer liegt etwa 30 m nördlich des Albonakleinsees. Es handelt sich um eine Grundwasseransammlung, die möglicher-

[4] Es handelt sich um ein Gewässer vom Tümpeltypus, wird aber von den Einheimischen als See bezeichnet.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

C: Albona-Kleinsee, Bachsee am Fuße des Wirt, 1970 m, Sommer 1952. Aufnahme: Die Verfasserin.

D: Vordere Albona-Moorseen 2 und 3, 1970 m, mit Hüttekopf und Blick gegen die Lechtaler Alpen. Herbst 1953. Aufnahme: Die Verfasserin.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

weise ein Toteisloch der Schlußvereisung erfüllt. Kein oberirdischer Zu- oder Abfluß. Areal geschätzt 35 × 25 m, maximale Tiefe 1,8 m. Grund sandig-schlammig. Sichttiefe 1,50 m. Farbe des Wassers über der Secchischeibe braungelb. Ufersaum flach, größtenteils mooriger Almboden, stellenweise Schwingrasen, Südufer etwas felsig. Das Gewässer ist höchstwahrscheinlich perennierend. Weidetiere kommen zur Tränke, Sommergäste baden hier. Es gibt ein Floß, das gut benützbar ist.

Sommerbeobachtung 1952:

6. VIII. 1952, 15^h: Hochsommerliches Schönwetter; Luft 18,6° C, Wasseroberfläche 17,1° C; SBV 0,12; D. H. 0,34°; p_H 6,5.

16. VIII. 1952, 10^h: Regen. Luft 13,2° C, Wasseroberfläche 21,3° C.

Im Zentrifugenplankton: *Merismopedia tenuissima, Anabaena* sp., *Chlamydomonas* sp., vereinzelte *Pennales* und *Desmidiaceen. Botryococcus Braunii.*

Tiere: *Heterocope saliens, Diaptomus denticornis* — beide Geschlechter und alle Entwicklungsstadien. *Daphnia longispina typica* und *Chydorus sphaericus.*

Frühjahrsbeobachtung 1953:

11. VII. 1953, 14^h: Regen, Nebel. Schneegrenze bei 2000 m. Luft 6,1° C, Wasseroberfläche 8,6° C.

Besiedlung sehr spärlich. Vereinzelte *Diatomeen. Heterocope saliens,* prächtig gefärbt, alle Entwicklungsstadien.

Herbstbeobachtung 1953:

6. IX. 1953, 15^h: Achtelbedeckt. Luft 17,2° C, Wasser 17,1° C durchgemischt; p_H 6,6; SBV 0,12; D. H. 0,36°; Leitfähigkeit 0,92; NO_2, NO_3, NH_4 in Spurenmengen. SiO_2 2,4 mg/l.

Besiedlung: Ausgesprochenes Monoplankton, bestehend aus zahlreichen verschiedenen *farblosen Flagellaten* 10.000/ccm und einer meist *solitären Kugelbakterie* 2000/ccm.

Tiere: Zahlreich *Daphnia longispina typica,* deren Schalenränder oft dicht mit *Vorticella* sp. besetzt sind. *Heterocope saliens, Diaptomus denticornis;* vereinzelt *Chydorus sphaericus.*

3. *Albona-Moortümpel.*

Der Tümpel liegt vom Moorsee nur wenige Schritte — ein Felsriegel (?) trennt — entfernt. Das Gewässer, 20 × 15 m, ist

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

maximal 0,5 m tief, also temporär in dem Sinne, daß es durchfriert. Vier Fünftel der Wasserfläche sind mit Carex bestanden. Ein Schwingrasenraum, etwa 1 m breit, macht das Ufer schwer zugänglich. In nächster Umgebung Sphagnum, Rhododendron ferr., Vaccinium vitis idaea; Moorwasser über schlammigem Grund.

Sommerbeobachtung 1952:

9. VIII. 1952, 15^h: Schönwetterlage; Luft 18,3° C, Wasseroberfläche zwischen *Carexhalmen* 23,6° C! SBV 0,2; D. H. 0,5°; p_H 6,5.

14. VIII. 1952, 15^h: Heiter, windstill. Luft 21,0°, Wasseroberfläche 26,0°!

Frühjahrsbeobachtung 1953:

11. VII. 1953, 15^h: Nach einer Schlechtwetterperiode Luft 6,1° C, Wasseroberfläche 6° C.

Herbstbeobachtung 1953:

6. IX. 1953, 16^h: Schönwetter; Luft 17,3° C, Wasseroberfläche 20,3° C; SBV 0,2; D. H. 0,5°; p_H 6,1; SiO_2 2,5 mg/l.

Dieses Gewässer, das den reichsten Makrophytenbestand (*Carex*) — im Vergleich zu den bisher untersuchten Biotopen — aufzuweisen hat, besitzt auch die weitaus dichteste Besiedlung der Wasserräume. Während die Sommerbeobachtung 1952 dieselbe faunistische Ausbeute ergab wie im eng benachbarten Moorsee, nämlich: *Heterocope saliens, Diaptomus denticornis, Daphnia longispina typica* und *Chydorus sphaericus,* fanden sich im Herbst 1953 außerdem: *Alona costata Sars, Alona affinis* Leydig, *Alonella excisa* Fischer und *Streblocerus serricaudatus* Fischer. Diese vier zuletzt genannten Organismen fehlten aber auch in der Frühjahrsprobe 1953.

Außerdem fanden sich in der Herbstprobe 1953 zwei Rotatoria: *Rotifer* sp. und *Monostyla lunaris. Nematoden*: *Dorylaimus stagnalis.* Zahlreiche Chironomidenlarven.

Überreich ist die algologische Besiedlung, wie aus der angeschlossenen Liste, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, zu ersehen ist. Neben dem Artnamen finden sich Vegetationsdauer und Quantität vermerkt (m = massenhaft, h = häufig, v = vereinzelt, s = selten).

[5] Für die Bestimmung der Crustaceen danke ich an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. V. Brehm sehr herzlich. Herr Dr. W. Loub, Wien, hat die Frühjahrsproben algologisch durchgesehen und auch die herbstliche Diatomeenausbeute des Maiensees bestimmt, wofür ich zu Dank verbunden bin.

Pflanzen:

Cyanophyceae:

Aphanothece sp. IX s
Chroococcus limneticus IX s
„ *turgidus* VIII—IX h*
Gleocapsa magna VIII h
Rhabdoderma lineare VIII s

Chrysomonadineae:

Dinobryon sertularia VII h*

Heterokontae:

Ophiocytium parvulum IX v

Conjugatae:

Spirotaenia condensata VIII h
Cylindrocystis Brebissoni VII—IX h*
Netrium digitus VIII—IX v
Penium rufescens VIII s
„ *cucurbitum* VII—IX h
Closterium angustatum IX h
navicula IX v
striolatum VIII v
ulna VIII v
juncidum IX h*
acerosum VII—IX h
gracile v. *elangatum* VII v
setaceum IX h
acutum VII—IX h
Botryococcus Braunii VII—IX h*
Eucapsis alpina IX h
Merismopedia tenuissima VII—IX h
Cyanarcus hamiformis VIII s
Stigonema ocellatum IX v
Nostoc sp. VIII—IX v*

Dinoflagellatae:

Gymnodium fuscum VIII h
Gleodinium montanum VIII h
Glenodinium quadridens VIII s
Eine neue polyedrische Peridineencyste VIII—IX h

Tetmemorus Brebissoni v. *minor* VIII s
Euastrum insigne VIII s
elegans VIII h
binale VII v
„ *affine* VII—IX h
Micrasterias denticulata VIII—IX v
Cosmarium abbreviatum VIII—IX h
margaritiferum IX v
„ *moniliforme* VIII—IX v
„ *Norimbergense* IX h
Arthrodesmus octocornis VIII v
Staurastrum furcatum IX h
„ sp. VIII—IX h
Gymnozyga moniliformis IX m
Spondylosium secedens VIII h

In allen Proben häufig Spirogyra-*, Zygnema-* und Mougeotiafäden*.

Bacillariales:

Tabellaria flocculosa VII—IX h*
Frustulia saxsonica IX v
Asterionella fibula VII—IX h

Chlorophyceae:

Chlorella vulgaris VII—IX h
Tetracoccus botryoides VII—IX h
Oocystis natans VII h
Glaucocystis nostochinearum VII—IX h*
Kirchneriella lunaris VIII v
Dictyosphaerium pulchellum VIII v*
Ankistrodesmus falcatus VIII—IX h*
Elakatothrix viridis IX v
Scenedesmus obliquus VII—X h
„ *bijuga* VII—IX h*
„ *quadricauda* VII—VIII h*
Quadrigula Pfitzeri VIII—IX v
Binuclearia tatrana VII—VIII h*
Microthamnion Kützingianum VIII v
Microspora sp. VII h*
Bulbochaete sp. VIII v

Die mit * bezeichneten Spezies sind für Hochgebirgsgewässer kennzeichnend.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

IV. Die jahreszeitlichen Aspekte.

Bezüglich des Zeitpunktes der Probenentnahme teile ich entgegen der Auffassung Messikomers (1942), daß es gleichgültig sei, wann während der eisfreien Zeit des Gewässers die Proben entnommen werden, die Meinung Turnovskys (1946), nach welcher „deutlich verschiedene jahreszeitliche Aspekte nachweisbar sind". Die Hochgebirgsgewässer des Arlberggebietes haben von Oktober bis Mai, teilweise sogar bis Juni, Winter; in den Monaten Juli bis September aber zweifellos ihren Frühling, Sommer und Herbst. Der Wandel der jahreszeitlichen Aspekte in den Wasserräumen ist nicht weniger charakteristisch als jener in der Vegetation der Alpenwiesen.

Der Albona-Moortümpel (3) erlaubt wegen seiner dichten Besiedlung eine besonders gute Beobachtung jahreszeitlicher Aspekte. Die Frühlingsvegetation (1953) ist gekennzeichnet durch *Dinobryon sertularia, Asterionella fibula* und *Glaucocystis nostochinearum. Dinobryon sertularia* wird in Hochgebirgsgewässern häufig beobachtet. *Asterionella fibula* dagegen hat in diesem Hochgebirgsmoortümpel einen Standort von ganz besonderer Seltenheit. Hustedt (1952) hat die Alge bestimmt und diesem Fund eine eigene Bearbeitung gewidmet. Zu *Asterionella fibula* gehören als Synonyme: *Gomphonema fibula* Bréb. und *Peronia erinacea* Bréb. et Arn. Die kennzeichnende Kolonienbildung und die grüngelben, plättchenförmigen, wandständigen Chromatophoren (10—12 an der Zahl) ließen vermuten, daß es sich bei dem Fund um eine *Asterionella* handeln dürfte. Zur Ökologie dieser Diatomee sei ergänzend mitgeteilt, daß sie wohl während der ganzen Vegetationsperiode anzutreffen war, ihre größte Volksdichte aber zweifellos im Frühjahrsaspekt (Juli) hatte. Da die Proben ausschließlich zwischen dichten Carexbeständen entnommen wurden — die Wasserfläche liegt nur zu einem Fünftel dem prallen Sonnenlicht offen —, scheint diese Kieselalge keine besonderen Lichtansprüche zu stellen. Die Temperaturen des Moortümpels steigen nach Eisbruch wegen der geringen Tiefe des Gewässers (0,5 m) rasch an und bleiben den Sommer über bei 20° C. Das Maximum wurde bei 26° C abgelesen. Als sichere Standorte dieser Diatomee kommen nach Hustedt (1952) „vorläufig nur saure Gewässer bei Falaise, Finnland, und in den Ostalpen (der Albona-Moortümpel) in Frage." Es fällt auf, daß sich *Asterionella fibula* in dem nur wenige Schritte vom Standort entfernt liegenden Albona-Moorsee nicht findet. Die SiO_2-Konzentration beider Gewässer liegt ziemlich gleich bei 2,5 mg/l.

Glaucocystis nostochinearum Itzigsohn, die bei Pascher als sporadische Protococcale stehender Gewässer beschrieben wird, gehört zu den häufigsten Planktern des Albona-Moortümpels. Zu keiner Jahreszeit und in keinem Blickfeld des Mikroskops fehlen die prächtig lasurblauen Zellen. Von besonderem Interesse ist die Julibeobachtung, nicht nur weil die Alge den Frühjahrsaspekt mitbeherrscht, sondern weil sie zu dieser Jahreszeit in allen Entwicklungsphasen reichlich im Material vorhanden ist. Cönobien sind allerdings noch selten. Die Maße der Zellen liegen zwischen 17,5 μ bis 25 μ Länge und 8,5 μ bis 12 μ Breite. Es dürften dies somit die kleinsten der bisher beobachteten Formen sein. Die Variationsbreite schwankt in den verschiedenen Publikationen von 21 μ Länge bei Lagerheim (1884) bis zu 50 μ Länge bei Geitler (1923). Die Zellen weisen häufig polare Membranverdickungen auf. Bei den kleinen Zellen macht sich ihre Asymmetrie kaum bemerkbar. Im Herbstmaterial waren 2-, 4- und 8zellige Cönobien, aber auch zwei 4zellige Cönobien in einer gemeinsamen Muttermembran häufig. In Rohkultur, ohne jeglichen Zusatz von Nährlösung, hielt sich *Glaucocystis* durch neun Monate. Nur das kräftige Blau der Chromatophoren bleichte etwas aus; auch verloren die Chromatophoren zuletzt ihre scharfen Umrisse.

Im Frühjahrsaspekt des Albona-Moortümpels, dessen Oberflächentemperatur bei 6° C liegt, sind Desmidiaceen zahlen- und artenmäßig nur schwach vertreten. Die Gattung *Closterium* beschränkt sich sogar auf das sporadische Vorkommen zweier Arten. Reichlich vorhanden sind aber Zygoten verschiedenster Zieralgen.

Die Sommerproben (1952) sind charakterisiert durch eine Fülle von Desmidiaceen, unter denen besonders die nach Messikomer (1942) in hochalpinen Gewässern seltene Gattung *Spirotaenia* durch die Species *condensata* zahlreich vertreten ist. Die Alge ist in den verschiedensten Größenmaßen vorhanden, mit 3 bis 10 Chromatophorenwindungen. Zur Sommervegetation gehören auch die Dinoflagellaten *Gymodinium fuscum* und *Gleodinium montanum*. In den Proben findet sich sehr zahlreich eine auffallende neue Peridineencyste von polyedrischer Gestalt (Abb. 4). Sie ist von einer 6 μ dicken, mit unregelmäßigen Höckerbildungen versehenen, stark lichtbrechenden Gallertschichte umhüllt. Der hellgraue Zellinhalt besteht vorwiegend aus winzigen Tröpfchen farblosen Öles. In der Mitte der Zelle leuchtet ein großer granatroter Karotinfleck. In der sechseckigen Aufsicht mißt die Seitenkante der Zelle 25 μ. Schwärmer wurden nicht beobachtet.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Den Herbstaspekt beherrscht mit 70% die Zieralge *Gymnozyga moniliformis*. Verschiedene Zygoten, ähnlich wie in den Frühjahrsproben, sind auch in den Septemberaufsammlungen wieder häufig.

Von besonderem Interesse ist eine Probe, die Ende August 1952 geschöpft worden war. Sie enthielt zahlreiche *Desmidiaceen*, vorherrschend die Gattung *Closterium*. Am häufigsten vertreten war die Species *acutum*. Beim Durchmustern des Präparates mit Objektiv 3 (!) fiel ein *Closterium* mit Membranstrukturen auf! Es wich in seiner leicht sigmoiden, scharf und kurz zugespitzten Gestalt (vgl. Abb. 6) von der Species *acutum* ab. Maße: Länge 230 μ, Breite 8,6 μ. Die Zellmembran war zart, glatt, etwas gelblich (Fe?), lateral, von Apex zu Apex, ziemlich regelmäßig mit halblinsenförmigen hyalinen Membranstrukturen besezt. Prof. Ruttner hatte die Güte, den Fund zu prüfen, und stellte ebenfalls fest, daß es sich bei der Beobachtung nicht um Aufwuchsorganismen (Bakterien usw.) handeln könne.

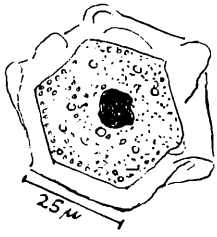

Abb. 4. Eine neue Peridineencyste.

Auch liegen nicht verrukose Bildungen — das sind Kalziumkonkretionen — vor, wie sie Lefèvre und Bourrelly (1938) bei folgenden Closterien beobachtet und studiert haben: *Closterium libellula* var. *punctatum, Cl. navicula* var. *granulatum, Cl. Venus* var. *verrucosum, Cl. Leibleini* var. *michailovskoense*. Morphologisch lassen sich diese Strukturen offenbar auch nicht mit Warzen oder Stacheln der Cosmarien vergleichen. Nach *Lütkemüller* (1902) handelt es sich bei diesen Membranstrukturen um Verdickungen oder Ausstülpungen der Zellmembran. Für die Gattung *Closterium* gibt derselbe Autor die Membrandiagnose glatt oder längsgestreift mit teilweiser Querstreifung, welche die Zelle ringförmig umgreift. Auch Engler-Prantl (1927) und W. Krieger (1937) halten an dieser Diagnose fest. Für die Gattung *Pleurotaenium* dagegen beschreibt Krieger (1937) als Membranstrukturen Striae, die, in Punktreihen aufgelöst, der Zellmembran aufliegen. Besonders eindrucksvoll sind diese Bildungen an tropischen Pleurotaenien, wie Brehm und Ruttner aus eigener Anschauung mitteilen. Bei dem Fund im Albona-Moortümpel handelt es sich möglicherweise um Membranstrukturen, die durch Apposition einer farblosen hyalinen Substanz auf die Zellwand entstanden sind. Bei Engler-Prantl wird vermerkt, daß Skulpturen erst nach völliger Ausbildung der Zellform entstehen.

Dies stimmt mit Beobachtungen am besprochenen *Closterium* gut überein. Es fanden sich nämlich zwei Exemplare im Material, welche nur vereinzelte, halblinsenförmige Skulpturen aufwiesen. Diese Beobachtung erlaubt wohl den Schluß, daß auch die besprochenen Skulpturen sukzessiv entstehen. Ein näheres Studium des Objektes war leider wegen Materialmangels unmöglich. Der sofortige Versuch, neues Material aus dem Moortümpel zu erhalten, scheiterte an den geänderten Wetterverhältnissen (Eisschluß, Schneelage). Auch die Suche nach dem Organismus in der Vegetationsperiode 1953 blieb erfolglos; sie wird aber fortgesetzt werden.

Die Beobachtung eines Closteriums mit Membranstrukturen in einem Hochgebirgsgewässer stellt eine Ausnahme der Regel dar. Nach Messikomer (1953, S. 54) „zeigen die Desmidiaceen in Hochgebirgsbiotopen eine Verarmung der Zellgestalt und des Dekors. Alle morphologischen Leistungen tendieren auf möglichste Vereinfachung".

Der Maiensee zeigte im Sommeraspekt eine Massenentfaltung von *Bulbochaete* sp., die das Aufkommen der übrigen Plankter teils unterdrückt, teils verzögert haben dürfte.

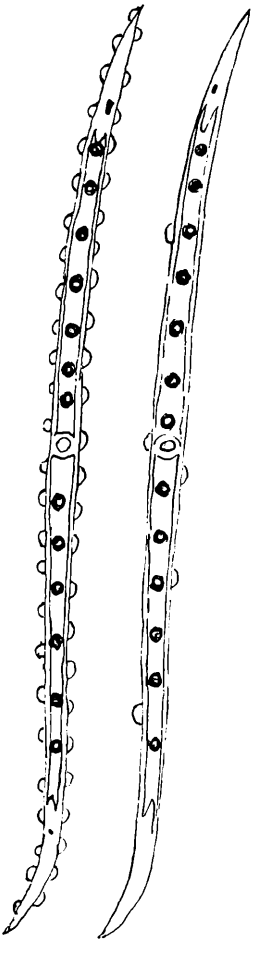

Abb. 5. Closterium mit Membranstrukturen.

Von besonderem Interesse ist hier wie im Albona-Moorsee — die ökologischen Verhältnisse liegen in beiden Gewässern ziemlich parallel — der Herbstaspekt. Er ist beherrscht von einer qualitativ und quantitativ zahlreichen Gesellschaft farbloser Flagellatten, 8400 Zellen/ccm, und einer morphologisch interessanten Kugelbakterie, 2200 Zellen/ccm. Das mächtige Aufkommen dieser heterotrophen Organismen ist offenbar weniger vom herbstlichen Licht- und Wärmeklima, sondern vielmehr von der Eutrophierung der Gewässer durch Weidetiere und Badegäste bedingt. Wahrscheinlich leiten die genannten Plankter die Wintervegetation der genannten Biotope ein. Verschiedene Autoren, z. B. W. Rodhe in seinem Vortrag auf dem Internationalen Limnologenkongreß 1953

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

in Cambridge: „Can plankton production proceed during winter darkness in subarctic lakes?“ oder J. Schillers laufende Studien über farblose Flagellaten, berichten von Massenvegetationen unter Eis, die bisweilen die zehnfache sommerliche Volksdichte erreichen können. Nach einem Befund H. Skujas handelt es sich bei der besprochenen Mikrobe um eine neue Spezies aus der Gattung *Siderocapsa,* die jedoch noch genauer studiert werden muß.

Eine interessante Assoziation wurde bei der Frühlingsbeobachtung im Keßel-Almtümpel 1 angetroffen. Eisbruch am 12. 7. 1953: am Ufersaum im Schmelzwasser dichte rotbraune Flocken einer Fe-Mikrobe; dazwischen vereinzelt *Lepthotrix* sp. und nicht selten *Scotiella nivalis.*

Die Beobachtung läuft parallel zu jener Redingers, der 1931 zur Zeit der Schneeschmelze am Lunzer Obersee die Massenvegetation einer Eisenbakterie feststellte, die er als *Siderocapsa coronata* beschrieb. Nach Skuja[6] handelt es sich bei der im Keßel-Almtümpel beobachteten Mikrobe wahrscheinlich ebenfalls um eine neue Spezies, die noch näherer Überprüfung bedarf.

V. Die faunistischen Beobachtungen.

Die Ergebnisse schließen sich an die Befunde Pestas an, die aus zahlreichen Publikationen bekannt sind. Daß *Daphnia longispina typica* auch in temporären Almtümpeln angetroffen wird, anstelle der zu erwartenden Species *pulex* oder *obtusa,* hat auch Turnowsky (1946) festgestellt. Lediglich die Beobachtungen von *Keratella quadrata forma regalis* Imhof als Tümpelform verdient vermerkt zu werden. Die Art selbst ist ja nach Beobachtungen von Brehm-Ruttner, Pesta und Turnowsky in hochalpinen Gewässern weitverbreitet.

VI. Zur Nomenklatur der untersuchten Gewässer.

In Pestas System der Kleingewässer ordnen sich die bisher untersuchten Biotope wie folgt:

A. Zum Typus Klein-See gehören:

a) Der Maiensee mit schwach azider Reaktion (polyzoisch),
b) der Albona-Bachsee mit neutraler Reaktion (azoisch).

[6] Herrn Prof. H. Skuja (Uppsala) sei für die freundlichen Bemühungen aufrichtig gedankt.

B. Zum Typus polyzoischer Tümpel gehören:

a) Keßel-Almtümpel 1 und 2 (temporär) mit alkalischer Reaktion,

b) Albona-Moortümpel mit schwach azider Reaktion (temporär),

c) Albona-Moorsee mit schwach azider Reaktion (perennierend).

Zusammenfassung.

Nächst St. Christof am Arlberg, Tirol, hart an der Grenzlinie zwischen Kalk und Urgestein, in einer Seehöhe zwischen 1860 und 2140 m, wurden sechs hochalpine Kleingewässer untersucht. Das Substrat ist schwach sauer bis schwach alkalisch und wenig gepuffert. Die Sommertemperaturen liegen in der Oberfläche um 20° C. Es wurden scharfe jahreszeitliche Aspekte beobachtet. Farblose Flagellaten und eine dichte Bakterienflora charakterisieren die Frühlings- und Herbstproben. Der Sommeraspekt zeigt in den verschiedenen Biotopen, je nach Wasserstoffionenkonzentration, eine mehr oder weniger große Volksdichte der Desmidiaceen, Diatomeen und Ödogoniaceen.

Das Zooplankton beherrschen Heterokope saliens, Diaptomus denticornis und Daphnia longispina typica. Bei letzterer wurde mit ansteigender Seehöhe eine Zunahme des Augendurchmessers, Stirn- und Spinawinkels, bei gleichzeitiger Reduktion der Spina beobachtet.

Der Österreichischen Akademie der Wissenschaften erlaube ich mir für die Förderung der vorliegenden Studie meinen Dank auszudrücken. Die Subvention ermöglichte die Deckung der Eisenbahnfahrkarten auf den Arlberg.

Als Standort für die Untersuchung der Arlberggewässer diente das Bundes-Sportheim St. Christof a. Arlberg. Dem Leiter des Hauses, Herrn Prof. Stefan Kruckenhauser, und der Beschließerin, Frau Käthe Niedermüller, sei für die gastfreundliche Aufnahme und das hilfsbereite Entgegenkommen an dieser Stelle warm gedankt.

Literaturverzeichnis.

Ampferer, O., 1929: Über die Ablagerungen der Schlußeiszeit in der Umgebung des Arlbergpasses. Jahrbuch der Geolog. Bundesanstalt, Bd. 79, Heft 1/2.

— 1930: Über den Südrand der Lechtaler Alpen zwischen Arlberg und Ötz. Jahrbuch der Geol. Bundesanstalt, Bd. 80, Heft 3/4.

Ampferer, O. und Reithofer, O., 1932: Geolog. Karte der Lechtaler Alpen/Arlberggebiet, 1 : 25.000, und Erläuterungen dazu; Geol. Bundesanstalt, Wien III.

Brehm, V. u. Ruttner, F., 1926: Die Biozönosen der Lunzer Gewässer. Int. Rev. der ges. Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. XVI, Heft 5/6.

Engler, A. u. Prantl, K., 1927: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Bd. 3, Verlag W. Engelmann, Leipzig.

Geitler, L., 1923: Der Zellbau von Glaucocystis nostochinearum und Gloeochete Wittrockiana und die Chromatophoren-Symbiosetheorie von Mereschkowsky. Archiv f. Protistenkd. Bd. 47, Heft 1.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Hustedt, F., 1952: Neue und wenig bekannte Diatomeen V. Berichte der Deutschen Bot. Ges., Jg. 1952, Bd. LXV, H. 8, S. 272—276.
Krieger, W., 1937: Die Desmidiaceen I. Teil. Akad. Verlags-Ges. Leipzig.
Lagerheim, G., 1884: Ein neues Beispiel des Vorkommens von Chromatophoren bei den Phycochromaceen. Berichte d. Deutschen Bot. Ges.
Lefèvre, M. et Bourrelly, P., 1938: Sur la valeur systématique des productions verruqueuses de la membrane chez les Closterium; Bull. Sos. Botanique France, 85; p. 686—690.
Lütkemüller, J., 1902: Die Zellmembran der Desmidiaceen. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen.
Messikomer, E., 1935: Die Algenwelt der inneren Plessuralpen. Vierteljahrsschrift d. Naturforsch. Gesellsch. in Zürich, LXXX.
— 1942: Beitrag zur Kenntnis der Algenvegetation des Hochgebirges um Davos. Beitrag zur geobot. Landaufnahme der Schweiz, H. 28, 1/2.
— 1951: Grundlagen der Algenflora des Kantons Glarus. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellsch. des Kant. Glarus, H. 8.
Pesta, O., 1929: Der Hochgebirgssee der Alpen. Die Binnengewässer, Bd. VIII, v. A. Thienemann. Verlag E. Schweizerbart, Stuttgart.
— 1935: Kleingewässerstudien in den Ostalpen. Archiv für Hydrobiologie, Bd. 29, S. 296—345.
— 1937: Studien über Tümpelgewässer der Ostalpen. Aus den Sitz.-Ber. der Österr. Akademie d. Wissenschaften, 146. Bd., Heft 1/2.
— 1948: Beiträge zur limnologischen Kennzeichnung ostalpiner Kleingewässer. Carinthia II. 137/138. Jg. Klagenfurt.
— 1953: Berggewässer. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, H. 14. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
Redinger, K., 1931: Siderocapsa coronata. Archiv f. Hydrobiologie. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
Ruttner, F., 1953: Grundriß der Limnologie. 2. Auflage. W. de Gruyter, Berlin.
Turnovsky, F., 1946: Die Seen der Schobergruppe in den Hohen Tauern. Carinthia II. VIII. Sonderheft, Klagenfurt.
— 1946: Beobachtungen an Hochgebirgstümpeln in der Karnischen Hauptkette. Carinthia II. 135. Jg. Klagenfurt.